

キネシオテーピングが高齢者の トレーニング効果に及ぼす影響について

The effect of kinesiology taping on the training for the elderly people

谷 口 和 也
Kazuya TANIGUCHI
(和歌山大学教育学部)

本 山 貢
Mitsugi MOTOYAMA
(和歌山大学教育学部)

矢 野 勝
Suguru YANO
(和歌山大学教育学部)

本 山 司
Tsukasa MOTOYAMA
(和歌山大学教育学部)

2014年 9 月30日受理

Abstract

The purpose of this study is to verify whether Kinesiology taping gives the wanted effect on physical fitness and physical symptoms of elderly people during the training program implementation of 3 months. 26 elderly people went with “resistance training of their own weight” and “springboard lifting exercise” every day. Half of them always use the kinesiology taping, during their exercise and daily life. As a result, they have shown more improvement in physical fitness by the Kinesiology taping, also those who were suffering under knee and hip pain are now experiencing pain-free training. From these results, it is considered to improve training with the kinesiology taping.

1. はじめに

我が国の高齢化率は年々増加しており25.1% (2013年10月1日現在)となっている¹⁾。今後、益々高齢化は進み2060年には現役世代(15～64歳)1.3人で1人の高齢者を支える社会が到来すると予想されている²⁾。高齢化率の増加に伴い社会保障給付費も年々増加しており、そのうち介護給付費は2015年には10兆円、2025年には20兆円にまで達する見通しであり、要介護者などの増加率を維持もしくは抑制していくことが重要視されている³⁾。そして、その維持や抑制の一つの方法として適度な運動を行うことが有効であるということは様々な研究により報告されている³⁾⁴⁾。しかしながら、要介護者などの介護が必要となった主な原因として「関節疾患」が上位に挙げられており、痛みが原因で運動の継続が困難になる高齢者が多いことも問題となっている⁵⁾。また運動の継続が困難になることで、肥満や筋力低下、筋肉量の減少に繋がり、それにより益々運動ができなくなるという悪循環を生み出している。そのため高齢者が関節疾患を伴うことなく、安全にそして安心して運動ができるトレーニングプログラムや、トレーニングの方法、トレーニング補助具の開発研究が必要であると考えらる。

こうしたなか、医療やスポーツの現場では、怪我を

した者に対し運動を継続させる一つ的手段としてテーピングが用いられている。テーピング用のテープには、伸縮性のないホワイトテープや伸縮性のあるキネシオテープなどがあり、用途によって使い分けられている。また最近では、健常者が怪我の予防という観点からだけでなく、パフォーマンス向上を狙い使用することが多くなり、それを基に様々な研究がされ^{6～8)}、テーピングの有用性が検証されている。しかし、高齢者を対象としたキネシオテーピングの有無によるトレーニング効果への影響について検討した研究は、ほとんど見当たらない。

そこで本研究では、キネシオテーピングの有無が体力向上トレーニングプログラム実施前後の高齢者の体力や身体症状にどのような影響を与えるのかを検証し、キネシオテーピングの有無とトレーニング効果の関係を明確にすることを目的とした。

2. 研究方法

本研究では、(Ⅰ)～(Ⅳ)の順に研究を行った。

(Ⅰ)体力測定、アンケート調査を9月に実施

(Ⅱ)体力向上トレーニングプログラムを条件別に3ヶ月間実施

(Ⅲ)体力測定、アンケート調査を12月に実施

(Ⅳ)統計解析

2. 1. 被験者及び調査期間

被験者は体力向上トレーニングプログラムに参加した26名(平均年齢 66.7 ± 5.0 歳)、(男性: 7名、平均年齢 67.6 ± 3.7 歳、女性: 19名、平均年齢 66.4 ± 5.4 歳)とした(表1)。

表1. 本研究の被験者の人数及び年齢

	全体	男性	女性
人数(数)	26	7	19
年齢(年齢±標準偏差)	66.7 ± 5.0	67.6 ± 3.7	66.4 ± 5.4

被験者のうち、テーピングをしないでトレーニングを行う13名(平均年齢 66.8 ± 5.8 歳)、(男性: 4名、平均年齢 70.3 ± 0.4 歳、女性: 9名、平均年齢 65.3 ± 6.4 歳)をテーピングなし群(以下: NT群)とし、テーピングをしてトレーニングを行う13名(平均年齢 66.6 ± 4.0 歳)、(男性: 3名、平均年齢 64.0 ± 2.9 歳、女性: 10名、平均年齢 67.4 ± 3.9 歳)をテーピング群(以下: KT群)として2群に分けてトレーニングを実施し、効果を検討した(表2)。

表2. NT群とKT群の人数及び年齢

	NT群		KT群	
	男性	女性	男性	女性
人数(数)	4	9	3	10
年齢(年齢±標準偏差)	70.3 ± 0.4	65.3 ± 6.4	64.0 ± 2.9	67.4 ± 3.9

被験者は体力向上トレーニングプログラムである「わかやまシニアエクササイズ」を2012年9月初旬～2012年12月初旬までの3ヵ月間毎日行い、調査開始時(以下: pre)と調査終了時(以下: post 3)に体力測定とアンケート調査を行った。またKT群は毎朝キネシオテープを貼り、トレーニング実施時は常に貼った状態でトレーニングを実施した。

2. 2. 体力向上トレーニングプログラム

体力向上トレーニングプログラムは和歌山大学と和歌山県が協同で考案した「わかやまシニアエクササイズ」トレーニングプログラムで実施した⁹⁾。「わかやまシニアエクササイズ」のトレーニングプログラムの内容は、運動実施前後のストレッチ運動、筋力トレーニング、ステップ運動で構成されている。

わかやまシニアエクササイズの筋力トレーニングとは、1分間に60テンポのリズム(音楽)に合わせて、自体重を負荷とし4秒かけて持ち上げ(力をいれる)、4秒かけて元の位置に戻す動作を止めないようにして10回繰り返すスロートレーニングのことであり、ステップ運動とは、1分間に60テンポのリズムに合わせて行

うスローテンポでの昇降運動のことである。筋力トレーニング、ステップ運動の両方で、音楽のリズムに合わせて運動を行うことにより負荷を一定にしてトレーニングができる。

本研究では、1日当たりのトレーニング量を統一するため、被験者は「わかやまシニアエクササイズ」のストレッチ運動を運動前後に行い、ステップ運動(10分)を1日2セット行った。また筋力トレーニングは、椅子に座って行う「太もも持ち上げ(左右)」「下肢引上げ(左右)」「スクワット」、立って行う「立位もも上げ(左右)」「脚後部引上げ(左右)」「横開き脚上げ(左右)」「かかと持ち上げ」、マット上で行う「おへそのぞきこみ」「腰持ち上げ」「腕立て伏せ」の10種目を1セットとして1日1セット行った。

2. 3. キネシオテーピング

キネシオテープはルモス社製キネシオテープであるKT tape-proを用いた。テープは両脚の膝蓋靭帯上を中心にして貼り、テープの両端が内側側副靭帯、外側側副靭帯上に被るように貼ることで、3カ所の靭帯をサポートするように行った。またテーピング方法はKT TAPE JAPAN ホームページ¹⁰⁾を基にし、12.5cmのキネシオテープを30～50%程度伸ばして貼った(写真1参照)。



写真1. 膝蓋靭帯上へのテーピング

2. 4. 体力測定

体力測定はpreとpost 3に行い、体力の変化を調査し、キネシオテーピングの有無による体力の変化を検証した。体力測定項目は、30秒スクワット(筋持久力)、握力(筋力)、長座位体前屈(柔軟性)、30m早歩き(歩行能力)、10mジグザグ歩行(巧緻性)、開眼片足立ち(バランス能力)、起き上がり動作テスト(身体作業能力)、最大5歩幅テスト(歩行能力)、腿上げ10回テスト(筋持久力)の9種目とした。

2. 5. アンケート調査

アンケート調査はpreとpost 3に行い、preで膝や腰に痛みがあると答えた者については、post 3でもう一度膝や腰の痛みの調査を行い、体力向上トレーニング

表 3. NT群とKT群におけるpreとpost 3 の体力測定結果

	NT群				KT群				preの比較
	n	pre	post 3	p値	n	pre	post 3	p値	p値
30秒スクワット運動(回)	13	23.2±5.4	25.5±5.0	n.s.	13	23.7±5.7	29.2±7.5	**	n.s.
握力(kg)	13	27.2±6.5	28.1±5.7	n.s.	13	27.4±6.6	28.5±5.9	n.s.	n.s.
長座位体前屈(cm)	13	37.5±9.8	37.2±6.9	n.s.	13	39.3±6.7	39.5±9.8	n.s.	n.s.
開眼片足立ち(秒)	7	52.4±42.5	76.6±30.6	n.s.	6	31.3±14.2	83.2±41.2	*	n.s.
30m早歩き(秒)	13	12.4±2.1	10.7±2.1	**	13	13.0±2.7	10.1±1.3	**	n.s.
10mジグザグ歩行(秒)	13	6.4±0.8	6.2±0.9	n.s.	13	6.5±1.0	5.6±0.6	**	n.s.
起き上がり動作テスト(秒)	13	2.9±1.0	2.9±1.3	n.s.	13	3.1±0.8	2.9±0.8	n.s.	n.s.
最大5歩幅テスト(cm)	13	585.6±75.7	625.2±70.3	**	13	581.1±81.7	624.4±78.0	**	n.s.
腿上げ10回テスト(秒)	13	5.5±0.7	4.7±0.7	**	13	5.2±1.2	4.5±0.7	**	n.s.

平均±標準偏差、n=人数 pre:運動開始時、post 3:運動3ヵ月後 n.s.:有意差なし

*: p<0.05, **: p<0.01: preとpost 3を比較

表 4. NT群とKT群のpreからpost 3 までの変化率の比較

	NT群		KT群		p値
	n	変化率(%)	n	変化率(%)	
30秒スクワット運動	13	11.3	13	24.9	*
握力	13	4.6	13	5.4	n.s.
長座位体前屈	13	3.2	13	1.4	n.s.
開眼片足立ち	7	195.9	6	206.5	n.s.
30m早歩き	13	13.0	13	21.3	*
10mジグザグ歩行	13	2.6	13	12.3	*
起き上がり動作テスト	13	1.5	13	3.0	n.s.
最大5歩幅テスト	13	7.1	13	8.0	n.s.
腿上げ10回テスト	13	13.3	13	12.0	n.s.

n=人数 変化率: preからpost 3 までの変化率 n.s.:有意差なし

*: p<0.05: NT群とKT群の変化率を比較

プログラムを行うことで膝や腰にどのような影響を与えるのか、またそれはキネシオテーピングの有無によりどのような影響を受けるのかを検証した。

2. 6. 統計解析

基本統計量は平均±標準偏差で示した。体力測定におけるNT群、KT群のpreとpost 3の比較には二要因分散分析を行い、有意差が認められた場合にはTukeyのHSD検定を行った。また体力測定の変化率の比較にはnon paired t-testを行った。すべての統計処理において危険率5%未満を有意とした。

3. 結果

3. 1. 体力測定

NT群とKT群のpreでの体力測定の結果を比較すると(表3)、すべての測定項目において有意な差はみられなかった。

NT群、KT群の体力測定の結果をpreとpost 3で比較すると(表3)、NT群では30m早歩き、最大5歩幅テスト、腿上げ10回テストの3項目においてpost 3で有意に改善し(p<0.01)、KT群では、30秒スクワット運動、30m早歩き、10mジグザグ歩行、開眼片足立ち、最大5歩幅テスト、腿上げ10回テストの6項目においてpost 3で有意な改善を示した(p<0.05~0.01)。

NT群、KT群の体力測定の変化率をNT群とKT群で比較すると(表4)、30秒スクワット運動、30m早歩き、10mジグザグ歩行の3項目においてNT群に比べてKT群で有意に高い改善率を示した(p<0.05)。3項目の平均変化率はNT群で9.0%、KT群で19.5%となりNT群に比べてKT群で2.2倍変化率が高くなっていた。

3. 2. アンケート調査

NT群、KT群の膝や腰の痛みを調査したところ(表5)、膝の痛みについて、NT群では37%の者が改善し、KT群では42%の者が改善していた。腰の痛みについて、NT群では改善した者がいなかったが、KT群では22%の者が改善した。

表 5. 運動の継続による膝や腰の痛みの変化

	膝の痛み		腰の痛み	
	NT群 (n=8)	KT群 (n=12)	NT群 (n=5)	KT群 (n=9)
よくなった(数)	37%(3)	42%(5)	0%(0)	22%(2)
変わらない(数)	63%(5)	50%(6)	100%(5)	78%(7)
悪くなった(数)	0%(0)	8%(1)	0%(0)	0%(0)

4. 考察

本研究では、高齢者に対して3カ月間のトレーニングを実施した結果、キネシオテープの使用の有無に関係なく両群ともに体力の向上が認められた。しかし、キネシオテープを使用した群(KT群)では使用しない群(NT群)に比べ、トレーニング効果が大きくなる可能性が考えられた。

トレーニング効果を体力測定の結果から評価すると両群ともに歩行機能や動作能力を評価する30m早歩き、最大5歩幅テスト、腿上げ10回テストの3項目で有意な改善が共通して認められた。しかしながらKT群では、先の3項目に加えて筋持久力や筋パワーを評価する30秒スクワット運動、バランス機能を評価する開眼片足立ち、巧緻性を評価する10mジグザグ歩行の3項目で有意な改善が認められた。さらに体力の変化率を2群で比較してみると、30秒スクワット運動、30m早歩き、10mジグザグ歩行の3項目の平均変化率はKT群の方が2.2倍高くなっていった。これらのことからキネシオテープを活用することで筋力、筋持久力、バランス機能、巧緻性の多くの体力要因に好影響を及ぼしている可能性が考えられた。特にトレーニング期間中の2群の運動量が同じであったにも関わらず、高齢者の歩行機能に最も重要視されている大腿四頭筋や体幹部の大腰筋、腸骨筋が発揮する筋力が効率よく高まっていたことは大変興味深い。さらにバランス能力や動作を左右に切り替えて動くジグザグ歩行能力(巧緻性)に大きな改善が認められたことは高齢者の躓きや転倒を未然に防ぐ効果として重要であると考えられる。

加齢による筋力低下は避けることができない。そのため高齢者にとって筋力の低下を抑制するために筋力トレーニングは欠かせない。筋力トレーニングを継続することで高齢者であっても筋肉量が増加することが報告されている⁹⁾。特に高齢者においては安全性を十分に考慮し効率よくトレーニングを実施し、体力を高めることが重要な課題である。また運動中の膝や腰への過剰な負担により関節に障害が生じることも考えられる。そのため補助的な役目を担うサポーターが不可欠である。本研究ではキネシオテープを活用することで筋力や筋持久力の評価である30秒スクワット運動、30m早歩きについてKT群で改善率が高くなっていった。先行研究では、高齢者に6カ月間のトレーニングを行うことで筋肉の神経系の機能向上のみならずX線断層撮影法(CT)や磁気共鳴画像検査法(MRI)で下肢周辺筋の筋肉量を測定してみると大腿部全体の筋肉量が増加し、特に大腿四頭筋の筋横断面積の増加が顕著であったこと、さらに体幹部の大腰筋の筋横断面積が有意に増加することを確認している³⁾⁹⁾。本研究では筋肉量を測定することができなかったため明確にすることができなかったが、キネシオテープを活用することでトレーニング効果の違いから推測して筋肉量にも差が認

められた可能性も考えられる。今後、筋肉量を測定することで明確にする必要がある。

先行研究では、膝蓋靱帯上に本実験と同様な方法でキネシオテーピングをして、運動時の膝蓋靱帯周辺筋の疲労度を筋電図と筋周波数の解析から評価している。その結果、キネシオテーピングをしない群に比べてキネシオテーピングをした群では、筋疲労の指標である筋周波数値の低下率が低くなり、筋肉が疲労しにくくなることを明らかにしている⁶⁾。また山次ら⁷⁾は、膝関節上にキネシオテーピングをすることで筋力パフォーマンスが維持される傾向が認められたと報告している。これらのことから本研究でも、キネシオテープの活用によって筋疲労が抑制された状態でトレーニングができていたと考えられる。また筋疲労が抑制されたことで、高い筋力を発揮した状態でトレーニングを行うことができたことが、筋力や筋持久力の改善に差が認められた一要因ではないかと考える。

キネシオテーピングの基本的な効用として筋肉や関節の圧迫によって運動機能の回復や、痛みの軽減を目的に使用することが多い。本研究では12.5cm程度の少量のテープ量で膝関節周辺の靱帯を圧迫し、関節可動域の過剰な動きを制限して膝関節の安定性を高める方法をとった。今回利用したキネシオテープは薄くて張力と伸縮性があり、関節可動域を制限しながら過剰な動きによる筋肉の引き伸ばしがないようにする機能が備わっている。そのためトレーニング時にも不快感や運動制限が極端に生じないという特徴がある。テープを貼った高齢者からも適量の圧迫感があり、膝のぐらつき感がなく快適な状況下で運動できたと好評であった。

これまでに本研究と同様な方法で少量のキネシオテープを膝蓋靱帯上に貼るだけでも、一過性に歩行スピードや運動機能が高められる可能性を示唆している⁶⁾。本研究では3カ月間という長期間に及んで日常生活やトレーニング時にキネシオテープを貼って終日生活をしてもらった。そのため常に膝関節の安定性が高められていたこと、さらに体重の過剰負荷が軽減されていたことが筋力や筋持久力の向上に影響した可能性が考えられる。

本研究ではキネシオテープを貼ることで膝蓋靱帯、内側側副靱帯、外側側副靱帯を圧迫した。これにより、膝関節の屈曲・伸展時の揺らぎが過剰な動きになることなく軽減され、また膝関節にかかる力の方向角度を同一方向に向かせてトレーニングが実施できたこと、さらに外側側副靱帯と内側側副靱帯上に貼ることで膝関節の揺らぎの抑制に係る外側広筋、内側広筋などの筋活動量を軽減した可能性が考えられる。今後、テーピングをする部位や量に関して筋電図や筋周波数解析などの分析を踏まえてトレーニング効果を検討していく必要があると考える。

本研究ではバランス能力の評価である開眼片足立ちや巧緻性の評価である10mジグザグ走についてもKT群で改善率が高くなっていた。加齢によるバランス能力の低下や巧緻性の低下は、日常生活に支障をきたし、QOLの低下のみならず、転倒事故などの危険性を大きくさせることが報告されている¹¹⁾。バランス能力や巧緻性には、筋力だけでなく筋や関節、腱に存在する位置感覚や運動感覚、力の感覚に関連する固有受容器や関節受容器が影響する。位置感覚とは、四肢の位置や各部分の向きなどを感知する感覚であり、運動感覚とは、関節の動きや方向、速度などを感知する感覚である。また力の感覚とは、関節の位置を保持するために必要な筋力を見積る能力のことである。この位置感覚や運動感覚は、健常者においても加齢に伴い傷害され、関節及び関節周囲におけるこれらの識別能力の低下や傷害は、神経-運動器の協調機能に破綻をきたし、運動技能に大きな影響を及ぼすと考えられている¹²⁾。松坂ら⁸⁾は、足関節に機能的不安定性のある若年者を対象とし、固有受容器の反応を改善する目的で10週間のトレーニングを行い、トレーニング時にテーピングをして皮膚感覚刺激を行うことで、テーピングなしでトレーニングするよりも重心動揺の改善効果の発現を早めることができたことを報告している。これらのことから、本研究ではキネシオテープを皮膚の上に貼るだけで皮膚感覚の刺激となり、キネシオテーピングをしない時よりも、固有受容器や関節受容器に適切なフォームの感覚情報を与えることができ、効率良く動作学習ができた可能性が考えられる。また今回実施したテーピング法では、テープを30~50%程度伸ばして貼るため、トレーニング時の膝関節周辺が圧迫され、より多くの感覚情報が固有受容器や関節受容器に伝達したことで神経-運動器の協調機能が早期に改善した可能性も考えられる。今後、圧迫による固有受容器や関節受容器のトレーニング効果についても検討する必要がある。

高齢者にとってトレーニング時の膝や腰の痛みが運動の実施や運動継続の妨げとなる。トレーニング前後に実施した腰や膝に関する痛みのアンケート調査から、キネシオテーピングの有無に関係なくトレーニングをすることで膝の痛みが改善する傾向がみられた。本山⁹⁾は本研究と同様のトレーニング方法によって、テーピングをしない状態で3カ月間のトレーニングを実施した結果、膝や腰の痛みの軽減を認めている。本研究ではテーピングを活用することでさらに膝や腰の痛みの改善に期待ができる可能性が考えられた。高齢者の慢性腰痛は脊柱アライメントの異常と関連付けられており、改善には体幹部の深部筋を鍛えることが重要視されている。また体幹部の動的安定性は、体幹部の深部筋(大腰筋、腸骨筋)と表層筋(腹直筋、脊柱起立筋)の両方の筋の機能に依存している。アンケート調査の結果から、キネシオテーピングによる膝関節の安定性

が保たれたことで、スクワット運動やステップ運動などのトレーニング時に使われる体幹部の深部筋(大腰筋、腸骨筋)や表層筋(腹直筋、脊柱起立筋)の筋活動量が増加し、トレーニングによって体幹部が鍛えられたことで脊柱アライメントの異常が改善し、膝のみならず腰の痛みが軽減されトレーニング効果が大きくなった可能性も考えられる。

5. まとめ

本研究では、キネシオテーピングの有無が体力向上トレーニングプログラム実施前後の高齢者の体力や身体症状にどのような影響を及ぼすかについて検証した。その結果、体力向上トレーニングプログラムを行うことで、キネシオテーピングの有無に関係なく体力の改善や膝の痛みの軽減がみられた。しかし、キネシオテーピングをしてトレーニングをすることで、キネシオテーピングをしないでトレーニングをするよりも体力がより改善し、身体症状も改善する傾向がみられた。これらのことから、キネシオテーピングの活用は、高齢者のトレーニング効果や効率を高め、安全に安心してトレーニングを行う方法や手段として有用性の高いサポーター(補助具)となり得るのではないかと考えられる。

また本研究の体力や身体症状の改善には、筋肉量の増加や固有受容器への影響、関節可動域の変化、圧迫効果が関係している可能性が考えられることから、これらの影響について、今後、詳細に検証していく必要があると考える。

最後に、高齢者に運動を勧めるに当たり、怪我の予防という安全面の観点からだけでなく、トレーニング効果や効率を高めるという観点からも、怪我や痛みの有無に関係なく膝蓋靭帯上に1枚のテープを簡単に貼るだけで高齢者の運動実践や、運動継続の一助となり、またそれによって介護が必要になる主な原因の一つである関節疾患の減少や抑制が期待できると考える。さらに高齢者の介護予防やロコモティブシンドロームの抑制に貢献するためにも、高齢者が自分で簡単に貼ることができるキネシオテーピングを運動時に活用することが有用であると考えられる。

引用・参考文献

- 1) 内閣府「平成26年度版高齢社会白書」ホームページ
http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2014/zenbun/pdf/1s1s_1.pdf (2014.10)
- 2) 厚生労働省「社会保障に係る費用の将来推計の改定について(平成24年3月)」ホームページ
<http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/hokabunya/shakaihoshou/dl/shouraisuikei.pdf> (2014.10)
- 3) 藤本貴大、他(2009):「自立高齢者を対象とした介護予防運動プログラムの長期トレーニング効果について」, 和歌山

- 大学教育学部紀要, 教育科学 第59集, p87-92, 2009.
- 4) 木場田昌宜、他(2013):「高齢者における体力向上トレーニングプログラムが認知機能に及ぼす効果について」, 和歌山大学教育学部紀要, 第63集, p104-105, 2013.
 - 5) 厚生労働省「平成22年国民生活基礎調査の概要」ホームページ
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa10/4-2.html> (2014.10)
 - 6) 谷口和也(2014):「キネシオロジーテーピングが身体に及ぼす影響について」, 和歌山大学大学院 教育学研究科, 修士論文, 2014.
 - 7) 山次俊介、他(1996):「キネシオテーピングが激運動後の下肢の筋力発揮パフォーマンスに及ぼす影響」, 日本体育学会大会号, (47), p435, 1996.
 - 8) 松坂誠應、他(1999):「足関節機能的不安定性に対する皮膚感覚刺激を用いた固有受容器反射促進訓練の有効性」, 日本リハビリテーション医学会誌, 36(11), p870, 1999.
 - 9) 本山貢(2009):「筋トレ脳トレが同時にできるシニアエクササイズ」, 米国公益法人 健康科学研究協会
 - 10) KT TAPE JAPANホームページ
<http://www.kttape.jp/> (2012.8)
 - 11) 山崎一徳(2014):「巧緻性と固有感覚の定量的評価システムの開発」, 名古屋工業大学, 博士論文, p6, 2014
 - 12) 辻本晴俊(1999):「膝関節における固有感覚の研究」, 近畿大学医学雑誌, 第24巻 2号, p303, 1999.